

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Deskripsi Hasil Penelitian

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah berupa data mengenai uji fungsional kebocoran *pressure vessel* dan kualitas hasil pengelasan secara visual dalam peserta lomba LKS Nasional bidang pengelasan yang di selenggarakan di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) pada tahun 2019 yaitu meliputi lembar penilaian uji kelolosan fungsional *pressure vessel* dan penilaian pengelasan *pressure vessel* secara visual.

##### 1. Hasil Penilaian Kelolosan Kebocoran *Pressure Vessel*

Dalam penelitian ini data yang akan dibahas adalah data yang sudah di rangkum menjadi bentuk tabel menurut penilaian yang di gunakan LKS N dan dengan *standart AWS* seperti berikut:

**Tabel 6. Penilaian kelolosan kebocoran *pressure vessel* menurut penilaian LKSN**

No	Responden ke -	Butir Instrumen		
		Vessel mampu menahan Pressure sebesar 30 bar selama 10 detik (10 poin)	Vessel mampu menahan pressure 40 Bar selama 10 detik (10 poin)	Nilai Total
1	1	0	0	0
2	2	0	0	0
3	3	0	0	0
4	4	0	0	0
5	5	0	0	0
6	6	0	0	0
7	7	0	0	0
8	8	0	0	0
9	9	0	0	0
10	10	0	0	0

No	Responden ke -	Butir Instrumen		
		Vessel mampu menahan Presure sebesar 30 bar selama 10 detik (10 poin)	Vessel mampu menahan pressure 40 Bar selama 10 detik (10 poin)	Nilai Total
11	11	0	0	0
12	12	0	0	0
13	13	0	0	0
14	14	0	0	0
15	15	10	10	20
16	16	0	0	0
17	17	0	0	0
18	18	0	0	0
19	19	0	0	0
20	20	0	0	0
21	21	0	0	0
22	22	0	0	0
23	23	0	0	0
24	24	0	0	0
25	25	0	0	0
26	26	0	0	0
27	27	0	0	0
28	28	0	0	0
29	29	0	0	0
30	30	0	0	0
31	31	0	0	0
32	32	0	0	0

Tabel 7. Penilaian kelolosan kebocoran *pressure vassel* menurut penilaian AWS

No	Responden ke -	Butir Instrumen		
		Vessel mampu menahan Presure sebesar 45 bar selama 15 menit (10 poin)	Vessel mampu menahan pressure 60 Bar selama 15 menit (10 poin)	Nilai Total
1	1	0	0	0
2	2	0	0	0
3	3	0	0	0
4	4	0	0	0
5	5	0	0	0
6	6	0	0	0
7	7	0	0	0
8	8	0	0	0
9	9	0	0	0

No	Responden ke -	Butir Instrumen		
		Vessel mampu menahan Pressure sebesar 45 bar selama 15 menit (10 poin)	Vessel mampu menahan pressure 60 Bar selama 15 menit (10 poin)	Nilai Total
10	10	0	0	0
11	11	0	0	0
12	12	0	0	0
13	13	0	0	0
14	14	0	0	0
15	15	10	10	20
16	16	0	0	0
17	17	0	0	0
18	18	0	0	0
19	19	0	0	0
20	20	0	0	0
21	21	0	0	0
22	22	0	0	0
23	23	0	0	0
24	24	0	0	0
25	25	0	0	0
26	26	0	0	0
27	27	0	0	0
28	28	0	0	0
29	29	0	0	0
30	30	0	0	0
31	31	0	0	0
32	32	0	0	0

## 2. Hasil Penilaian Visual Pengelasan *Pressure Vessel*

Dalam penelitian ini data yang akan dibahas adalah data penilaian pressure vassel secara visual yang sudah di rangkum menjadi bentuk tabel menurut penilaian yang di gunakan LKSN dan dengan penilaian *standart AWS* seperti berikut:

**Tabel 8. Penilaian visual *pressure vassel* menurut penilaian LKSN**

No	Butir Instrumen	Responden ke -																																Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
1	Apakah bebas dari Arc Strike?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
2	Apakah benda kerja bebas dari spatter/ bekas pahat/ slag/ smoke? (jarak 20 mm dari lasan)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
3	Apakah sambungan las bebas dari misalignment? (Toleransi ≤ 1 mm)	10	10	10	10	0	10	10	10	0	10	10	10	10	10	10	0	10	10	10	10	10	0	10	0	10	0	10	0	0	0	0	0	200
4	Apakah benda kerja bebas dari distorsi ? (Toleransi ≤ 3°)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	250	
5	Cap - Apakah lebar lasan (weld bead) seragam? (Toleransi 2mm dari terlebar dan tersempit)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	
6	Cap – Apakah ketegangan reinforcement tidak lebih dari 2.5 mm?	0	0	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	
7	Cap – Apakah lasan bebas dari Under Fill?	10	10	10	0	10	0	0	10	0	10	10	10	10	0	0	10	10	10	10	10	0	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	170	
8	Cap - Apakah pada tengah lasan terdapat Arc crater?	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0	0	0	0	0	250	
9	Cap – Apakah ketinggian antar pass (multi pass) tidak melebihi 0.5 mm? (Full mark apabila single pass pada capping)	0	0	10	10	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	50	
10	Cap – Apakah permukaan lasan bebas dari porosity?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	Cap – Apakah pada lasan terdapat porosity tidak melebihi batas toleransi? (Porosity diameter ≤ 1mm = 1 cacat, diameter ≥ 1mm = 0)	8	0	0	0	0	0	10	0	0	5	0	0	10	0	0	0	0	10	0	5	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	58	
12	Cap – Apakah lasan bebas dari Under Cut?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	Cap – Apakah lasan terdapat Under Cut ≥ 0.5mm? (Under Cut ≥ 0.5mm dengan panjang 10mm = 1 cacat (akumulatif))	5	8	0	5	5	0	5	0	0	8	0	0	0	8	0	8	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	68	
14	Cornor- Apakah lasan bebas dari Under Cut?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	Cornor - Apakah lasan terdapat Under Cut ≥ 0.5mm? (Under Cut ≥ 0.5mm dengan panjang 10mm = 1 cacat (akumulatif))	0	0	5	0	0	0	5	0	0	5	5	0	0	5	8	0	5	0	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	48	
16	Cornor – Apakah permukaan lasan bebas dari porosity?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	Cornor – Apakah pada lasan terdapat porosity tidak melebihi batas toleransi? (Porosity diameter ≤ 1mm = 1 cacat, diameter ≥ 1mm = 0)	0	0	0	8	0	0	0	0	8	0	5	0	0	5	8	0	0	8	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	39	
18	Cornor - Apakah corner radius smooth (radius justmen 1 = 0, 2 = 5, 3 = 10)	0	0	0	5	0	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	
Nilai Total		53	48	55	68	35	30	60	50	20	68	73	45	40	55	61	30	78	68	45	40	35	30	53	48	45	0	0	0	0	0	0	0	

**Tabel 9. Penilaian visual *pressure vassel* menurut penilaian AWS**

[illegible][illegible]

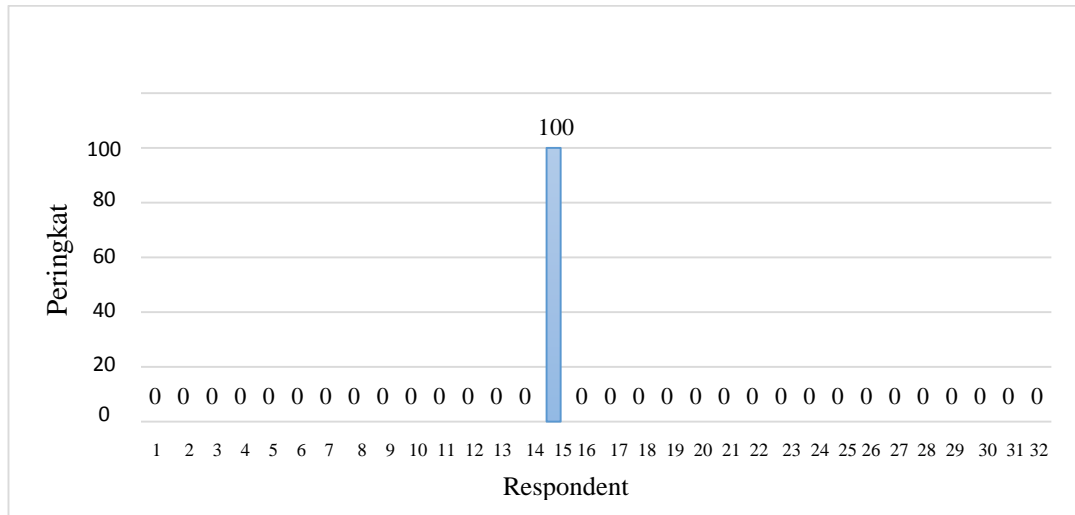
## B. Pembahasan

Penilaian uji fungsional kebocoran *pressure vessel* dan penilaian secara visual dari hasil pengelasan yang digunakan untuk menilai hasil pengelasan siswa LKSN SMK adalah dengan penilaian dari ahli (*expert judgment*) dan penilaian dengan standar *American Welding Society (AWS)*. Selanjutnya dari Instrumen penilaian hasil pengelasan *pressure vessel* maka penilaian dengan form penilaian LKS akan dibandingkan dengan form penilaian standar AWS dengan posisi pengelasan *pressure vessel*. Selanjutnya akan dianalisa secara deskriptif. Analisis deskriptif dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik masing-masing variabel serta dapat melakukan representasi obyektif masalah penelitian. Dalam suatu penelitian, analisis deskriptif meliputi penyajian distribusi frekuensi setiap variabel, ukuran tendensi sentral mean, modus dan median.

### 1. Data Penilaian tingkat kelolosan kebocoran pengelasan *pressure vessel* LKSN

Penilaian tingkat kelolosan *pressure vessel* pada LKSN SMK bidang pengelasan pada tahun 2019 adalah dengan pengamatan, pengukuran dan pengujian fungsional/kebocoran menggunakan *pressure hydro mekanikal* ada dua tingkatan pressure antara lain pressure pertama sebesar 30 bar selama 10 detik dan pressure ke dua 40 bar selama 10 detik tapi dalam penelitian ini akan di bahas dengan dua form penilaian uji *pressure vessel* LKS N dalam form LKS N adalah dengan memberi tekanan dengan dua kali tahapan, untuk penilaian *pressure vessel* nilai 10 apabila baik/ masuk kriteria dan nilai 0 untuk yang tidak masuk kriteria begitu juga dengan penilaian *standart AWS* dengan hasil seperti table 11 tersebut. Hasil pengujian tingkat kelolosan kebocoran *pressure vessel* pada lomba LKS N dapat

diketahui bahwa hasil penilaian dari 32 peserta yang mampu lolos melalui *standart* penilaian adalah 1 orang seperti pada gambar berikut:



**Gambar 29. Hasil uji tingkat kebocoran *pressure vassel***

## 2. Hasil uji tingkat kelolosan kebocoran *pressure vassel* form penilaian LKSN

Pengujian tingkat kelolosan kebocoran *pressure vassel* menurut form penilaian LKSN pada lomba LKSN tahun 2019 adalah dilakukan dengan melakukan *pressure* 30 bar selama 10 detik dan setelah lolos di lanjutkan ke tahap kedua yaitu di naikan *pressure* sebesar 40 bar selama 10 detik, dari pengujian yang di lakukan dari total peserta yang berjumlah 32 yang lolos uji adalah 1 peserta. Maka dalam lomba pengelasan *pressure vassel* LKS Nasional di dapatkan rerata sebagai berikut:

$$M = \frac{\sum 100}{32} = 3,1$$

Keterangan:

Me = Mean (rata- rata)

$\sum X_i = 100$

n = 32

Jadi dalam pengujian pengelasan *pressure vassel* lomba LKSN tingkat SMK

Pada tahun 2019 di ketahui bahwa rerata peserta adalah sebesar 3,1 dari skala

penilaian 100 hal ini disebabkan para peserta lomba banyak peserta yang mengalami kebocoran pada pengujian *pressure vassel* hal ini banyak di sebabkan oleh cacat pengelasan *porosity*, *undersize weld*, dan penyusunan part yang salah, dari hasil pengamatan berulang dan dengan bantuan alat penerangan hanya di temukan satu benda yang lolos uji fungsional *pressure vassel* pada lomba LKSN tingkat SMK tahun 2019. berikut adalah beberapa gamabar hasil pengujian penekanan *Presure vassel*



**Gambar 30. Hasil uji kebocoran pengelasan *pressure vassel* LKSN**

### 3. Hasil pengujian tingkat kelolosan kebocoran *pressure vassel* form penilaian AWS

Pengujian tingkat kelolosan kebocoran *pressure vassel* lomba LKS Nasional pada tahun 2019 dengan menggunakan penelaian *standart AWS* adalah dengan memberi beban *pressure* sebesar 45 bar selama 15 menit pada tahap pertama dan selanjutnya setelah lolos pada tahap pertama akan di lanjutkan pada tahap kedua yaitu dinaikan *pressure* sebesar 60 bar selama 15 menit dari pengujian tersebut dari seluruh total peserta 32 yang lolos uji adalah 1 peserta hal ini dapat di simpulkan bahwa rerata tingkat kelolosan hasil pengelasan *pressure vassel* pada lomba LKS N



sangat rendah, dimana rerata yang di dapatkan adalah 3,1 dari sekala nilai 100 seperti pada gambar berikut:

$$M = \frac{\sum 100}{32} = 3,1$$

Keterangan:

Me = Mean (rata- rata)

$\sum X_i = 100$

$n = 32$

Berdasarkan rerata tersebut dapat diketahui bahwa peserta yang mengikuti lomba LKSN bidang pengelasan khususnya pada pengelasan *pressure vassel* masih mengalami kesulitan untuk memperoleh hasil yang baik atau hasil yang sesuai dengan standart yang sudah ditentukan hal tersebut di sebabkan karena peserta lomba LKSN belum memahami/menguasai materi pengelasan multiproses dengan baik dan pengelasan *Pressure vassel* dalam lomba LKSN bidang pengelasan/welding pada tahun 2019 merupakan job yang baru yang belum ada pada lomba LKSN sebelumnya. berikut adalah beberapa gamabar hasil uji *Presure vassel*



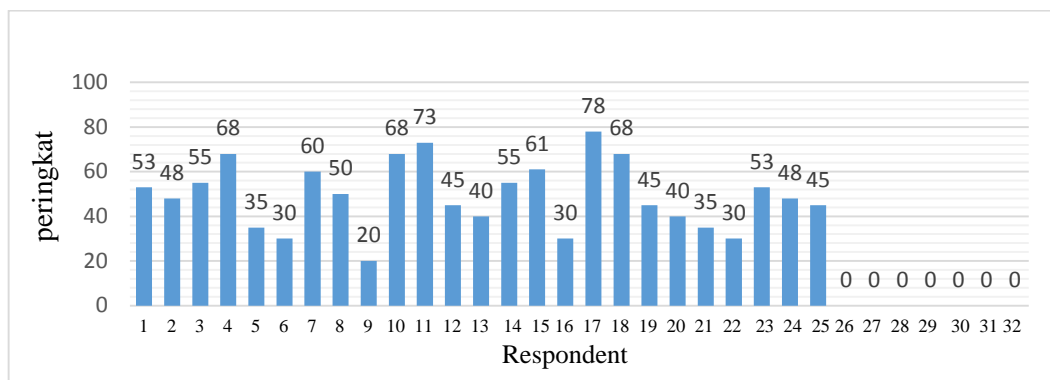
**Gambar 31. Hasil uji kebocoran pengelasan *pressure vassel* AWS**

#### 4. Data Penilaian visual pengelasan *pressure vassel* LKSN

Penilaian uji visual *pressure vassel* pada LKSN SMK bidang pengelasan pada tahun 2019 adalah dengan pengamatan, pengukuran menggunakan *welding gauge*, dengan hasil penilaian menurut form LKSN dan *standart AWS* seperti tabel 8 dan table 9, akan dibahas menggunakan analisis deskriptif dalam melakukan analisis hasil penilaiaan visual pengelasan *pressure vassel* langkah yang dilakukan yaitu mendiskripsikan data dengan menghitung peringkat nilai peserta, rerata cacat pengelasan dan menghitung *mean* (Me), median (Md), dan modus (Mo).

##### a) Penilaian kualitas uji visual menurut *standart* LKSN

Penilaian dengan menggunakan form LKS Nasional menunjukan bahwa hasil dari penilaian uji visual pengelasan siswa peserta lomba LKSN tingkat SMK bidang lomba *welding* dengan posisi pengelasan *pressure vassel* masih rendah karena dalam pengelasan *pressure vassel* peserta masih mengalami banyak cacat-cacat pengelasan berikut kami akan menganalisi data hasil penilaiaan visual pengelasan *pressure vassel* dalam lomba LKS Nasional tahun 2019 bidang pengelasan/*welding*.



**Gambar 32. Data uji visual pengelasan *pressure vassel* dengan penilaiaan LKS Nasional 2019**

Hasil penilaian dapat diketahui bahwa nilai visual pengelasan *pressure vassel* pada lomba LKSN adalah 78 dari skala nilai 100 sedangkan nilai terendah adalah 0 dari skala 100 selanjutnya dari nilai pemeringkatan dapat diketahui nilai rerata lomba LKS adalah seperti gambar berikut:

$$M = \frac{\sum 1233}{32} = 39$$

Keterangan:

Me = Mean (rata-rata)

$\sum X_i = 1233$

$n = 32$

Hasil rata-rata penilaian visual pengelasan *pressure vassel* dengan penilaian form LKSN dengan nilai mean/rerata 39. Banyaknya cacat pengelasan pada *pressure vassel* yang terjadi menyebabkan benda hasil pengelasan *pressure vassel* nilainya rendah. Dari data rerata yang sudah didapatkan menunjukkan bahwa peserta yang mengikuti lomba LKSN bidang *welding* kurang menguasai materi pengelasan *pressure vassel*. Selanjutnya akan dihitung median untuk mengetahui nilai tengah dari hasil penilaian uji visual pengelasan *pressure vassel* seperti pada tabel berikut:

**Tabel 10. Hasil perhitungan median**

0	0	0	0	0	0	0	20	30	30	30	35	35	40	40	45
45	45	48	48	50	53	53	55	55	60	61	68	68	68	73	78
Nilai Median:															
45															

Median adalah salah satu teknik penjelasan kelompok yang didasarkan pada nilai tengah dari kelompok data yang telah disusun urutannya dari yang terkecil sampai yang terbesar, atau sebaliknya dari yang besar sampai yang terkecil. Dari data uji visual pengelasan *pressure vassel* diatas nilai mediannya adalah 45 dengan perhitungan manual:

$$Me = \frac{1}{2} (x_{16} + x_{17}) = \frac{1}{2} (45 + 45) = 45$$

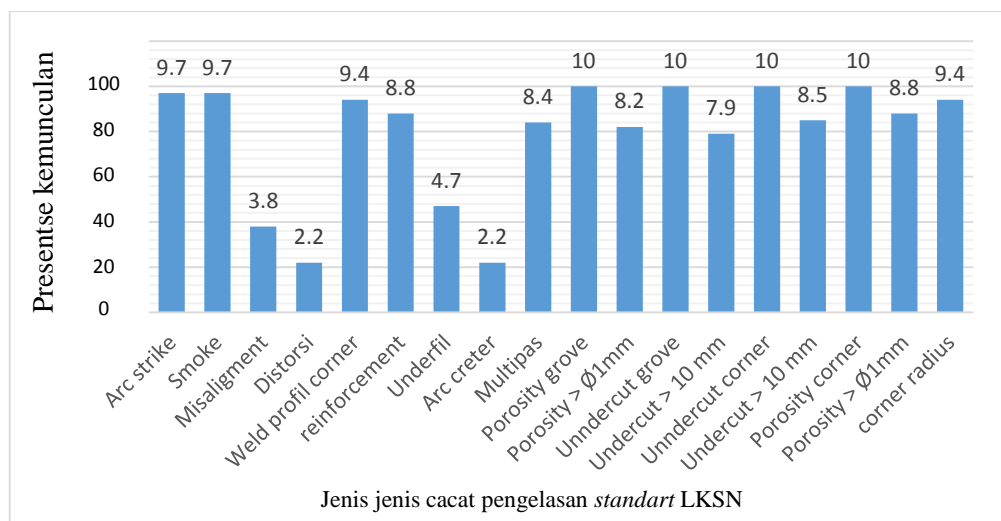
Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bawasanya nilai tengah dari hasil penilaian uji visual pengelasan *pressure vassel* di LKSN tingkat SMK bidang pengelasan tahun 2019 adalah 45. Salanjutnya akan dicari nilai yang sering keluar dari penilain uji visual pengelasan *pressure vassel* di LKSN sebagai berikut:

**Tabel 11. Hasil perhitungan modus**

0	0	0	0	0	0	0	20	30	30	30	35	35	40	40	45
45	45	48	48	50	53	53	55	55	60	61	68	68	68	73	78
Nilai Modus =															
0															

Modus atau Mode merupakan teknik penjelasan kelompok yang didasarkan atas nilai yang sedang populer atau nilai yang sering muncul dalam suatu kelompok tersebut. Dari hasil penilaian lomba LKS Nasional bidang pengelasan *pressure vassel* siswa SMK yang mendapatkan nilai 0 sebanyak 7 orang, nilai 20 sebanyak 1 orang, nilai 30 sebanyak 3 orang, nilai 35 sebanyak 2 orang, nilai 40 sebanyak 2 orang, nilai 45 sebanyak 3 orang, nilai 48 sebanyak 2 orang, nilai 50 sebanyak 1 orang, nilai 53 sebanyak 2 orang, nilai 55 sebanyak 2 orang, nilai 60 sebanyak 1 orang, nilai 61 sebanyak 1 orang, nilai 68 sebanyak 3 orang, nilai 73 sebanyak 1 orang dan nilai 78 sebanyak 1 orang. Nilai yang sering muncul adalah nilai 0 yaitu sebanyak 7 kali. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penilaian visual menggunakan form penilaian LKSN dapat di ketahui ketimpangan atau tertinggalnya suatu provinsi dalam pendidikan tingkat SMK bidang pengelasan, terutama pengelasan *pressure vassel* nilai rata-rata kemampuan peserta yang merupakan wakil dari masing-masing provinsi bidang keahlian teknik pengelasan

memiliki rata-rata tingkat kompetensi pengelasan *pressure vassel* yang masih rendah. Hal ini di sebabkan karena banyaknya cacat pengelasan seperti *weld profile filet join*, *weld profile filet join*, *filet weld* dan *arc strike* yang masih dilakukan saat proses pengelasan *pressure vassel*. Berikut kami akan membahas cacat yang sering terjadi.



**Gambar 33. Data cacat pengelasan visual pada pengelasan *Pressure vassel* dengan penilaian standar LKSN 2019**

Mengacu pada diagram diatas terdapat 18 butir instrumen penilaian uji visual pengelasan *Pressure vassel* dengan menggunakan penilaian LKSN tingkat SMK bidang lomba *welding* dengan *job* pengelasan *Pressure vassel* yang menunjukkan bahwa cacat pengelasan yang sering terjadi pada sambungan las siswa SMK yang menjadi kesalahan terbanyak terdapat pada *porosity grove*, *undercut grove* dan *undercut corner*. Kesalahan terbanyak kedua adalah sebagian besar benda hasil las terdapat *weld profile filet join* dan *Arc Strike*, *weld profile filet join* merupakan cacat pengelasan yang di sebabkan kekurangan atau kelebihan ukuran *filet weld* yang melebihi batas standar yang sudah di tentukan sedangkan

*arc strike* merupakan cacat pengelasan yang disebabkan penyalaan diluar jalur pengelasan yang dapat menyebabkan perubahan struktur mikro pada bagian tersebut. Dan untuk cacat pengelasan yang terbanyak ketiga adalah cacat pengelasan *undersize weld* adalah cacat pengelasan dimana permukaan caping di bawah permukaan base metal melebihi batas standar yang sudah ditentukan suatu standar selanjutnya cacat pengelasan yang masih banyak terjadi adalah cacat pengelasan *weld profile grove*, *porosity*, *weld profile corner* dan *undercut*. Dari grafik diatas juga bisa diketahui bahwa banyak peserta yang telah mampu mengelas tanpa menimbulkan *Distorsi* dan *arc creator*. Berikut pembahasan cacat pengelasan secara mendetail

#### 1) Cacat pengelasan *Arc strike*

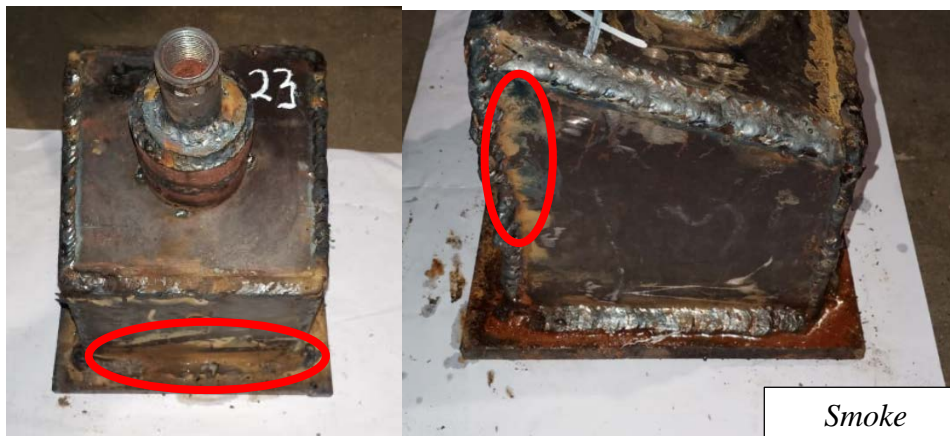
Cacat pengelasan kerusakan mekanis dan *Arc Strike* dalam standar AWS kerusakan mekanis yang disebabkan alat bantu dan *arc strike* tidak diijinkan terjadi karena merusak benda ataupun struktur mikro pada benda tersebut. Pada hasil pengelasan *pressure vassel* peserta LKS N SMK banyak di temukan cacat *arc strike* dan cacat mekanis seperti gambar berikut



**Gambar 34. Cacat Las Arc Strikes**

## 2) Cacat pengelasan *Smoke*

Cacat pengelasan *smoke* dalam standar penilaian LKSN tidak diizinkan karena merusak estetika tampilan hasil pengelasan, *smoke* disebabkan oleh asap pengelasan. Pada hasil pengelasan *pressure vassel* peserta LKS N SMK banyak di temukan cacat *smoke* seperti gambar berikut



**Gambar 35. Cacat Las *Smoke***

## 3) Cacat pengelasan *Misalignment*

Cacat pengelasan *misalignment* adalah cacat pengelasan yang di akibatkan oleh kesalahan welder dalam melakukan preseting sebelum dilakukan proses pengelasan cacat pengelasan ini dapat dilihat dari perubahan sudut benda dalam aturan dalam standar penilaian LKSN perubahan sudut akibat hasil pengelasan maksimal  $3^0$  atau perbedaan permukaan, maksimal 1 mm lebih dari itu benda tidak lolos standar LKSN. Pada hasil lomba pengelasan *pressure vassel* peserta LKS N SMK di temukan 4 cacat pengelasan *Misalignment* seperti pada gambar berikut:





. Gambar 36. Cacat Las *Misalignment*

#### 4) Cacat pengelasan *Distorsi*

Cacat pengelasan *distorsi* adalah cacat pengelasan yang di akibatkan oleh kesalahan welder dalam melakukan preseting sebelum dilakukan proses pengelasan cacat pengelasan ini dapat dilihat dari perubahan sudut benda dalam aturan dalam standar penilaian LKSN perubahan sudut akibat hasil pengelasan maksimal  $3^0$  lebih dari itu benda tidak lolos standar penilaian LKSN. Pada hasil lomba pengelasan *pressure vassel* peserta LKS N SMK di temukan 4 cacat pengelasan *Distorsi* seperti pada gambar berikut:



Gambar 37. Cacat Las *Distorsi*



#### 5) *Weld profile corner*

Cacat las *weld profile corner* adalah sebuah cacat yang sangat fatal sehingga kekuatan las turun drastis sehingga dalam standar LKSN benda hasil las harus semuanya *fusi/melebur* dengan sempurna. Cacat las *weld profile corner* tidak boleh ada, karena menyebabkan bagian tersebut mengalami pemborosan material dan menyebabkan pembebanan di suatu titik penyambungan. Dari hasil pengamatan berulang-ulang pada benda hasil pengelasan *pressure vassel* peserta LKSN ditemukan cacat las *weld profile corner* yang melebihi dari standar toleransi yang sudah ditentukan di LKSN. Berikut pada gambar 35 adalah cacat las *weld profile corner*



**Gambar 38. Cacat las *Weld profile corner***

#### 6) Cacat pengelasan *Reinforcemen*

Cacat pengelasan *reinforcemen* adalah cacat pengelasan yang disebabkan oleh terlalu cepat atau lamanya ayunan pengelasan sehingga menimbulkan cacat pengelasan yang tidak sesuai dengan standar pengelasan yang sudah di tentukan dalam lomba LKSN. Pada lomba LKSN cacat pengelasan *reinforcemen* banyak

terjadi dengan nomer 3 yang paling banyak pada pengelasan *pressure vessel*.

Berikut adalah contoh gambar cacat pengelasan *reinforcemen*.



**Gambar 39. Cacat Las *Reinforcemen***

#### 7) *Underfile*

Cacat pengelasan *underfile* dalam standar penilaian LKSN ukuran bentuk las boleh kurang dari standar dengan ketentuan tebal logam induk diatas 10 mm pengurangan pada leher las yang diijinkan 3 mm sepanjang 10% dari total panjang pengelasan. Pada benda dengan ketebalan 10 mm atau kurang tidak diperbolehkan ada *undersize weld*. Berikut adalah contoh gambar cacat pengelasan *underfile* pada pengelasan *pressure vassel* peserta LKSN.



**Gambar 40. Cacat Las *underfile*.**

#### 8) Cacat pengelasan *Arc Creator*

Cacat pengelasan *arc creator* adalah cacat pengelasan yang berbentuk lubang pada akhir pengelasan dalam pengelasan *pressure vessel* cacat pengelasan *arc creator* tidak di izinkan sama sekali karena dapat menimbulkan kebocoran pada *pressure vessel*. Berikut adalah gambar cacat pengelasan *pressure vessel*.



**Gambar 41. Cacat Las *Arc Creator***

#### 9) Pengelasan *Multipas*

Dalam pengelesan *multipas* pada pengelasan *pressure vessel* tidak boleh mengalami perbedaan ketinggian  $> 1\text{mm}$  apabila lebih dari standar yang sudah ditentukan maka pengelasan tersebut di anggap cacat pengelasan dalam lomba LKSN tahun 2019 banyak peserta yang masih mengalami cacat pengelasan tersebut. Berikut adalah contoh gambar cacat pengelasan *multipas*.



**Gambar 42. Cacat Las *Multipas***

#### 10) Cacat pengelasan *Porosity Grove*

Cacat pengelasan *porosity grove* adalah cacat pengelasan yang berbentuk lubang dalam standar penilaian LKSN benda hasil pengelasan *pressure vessel* tidak boleh ada *porosity grove* satupun yang melebihi diameter 1 mm yang jumlahnya maksimal 1. Dari hasil pengamatan berulang dan dengan bantuan alat penerangan (senter) ditemukan cacat pengelasan *porosity grove* pada benda hasil pengelasan *pressure vessel* peserta LKS N seperti pada gambar berikut.



**Gambar 43. Cacat Las *Porosity grove***

#### 11) Cacat pengelasan *Porosity Corner*

Cacat pengelasan *porosity corner* adalah cacat pengelasan yang berbentuk lubang dalam standar penilaian LKSN benda hasil pengelasan *pressure vessel* tidak boleh ada *porosity corner* satupun yang melebihi diameter 1 mm yang jumlahnya maksimal 1. Dari hasil pengamatan berulang dan dengan bantuan alat penerangan (senter) ditemukan cacat pengelasan *porosity corner* pada benda hasil pengelasan *pressure vessel* peserta LKSN seperti pada gambar berikut.





**Gambar 44. Cacat Las *Porosity Corner***

12) Cacat pengelasan *Porosity Fillet*

Cacat pengelasan *porosity fillet* adalah cacat pengelasan yang berbentuk lubang dalam standar penilaian LKSN benda hasil pengelasan *pressure vessel* tidak boleh ada *porosity corner* satupun yang melebihi diameter 1 mm yang jumlahnya maksimal 1. Dari hasil pengamatan berulang dan dengan bantuan alat penerangan (senter) ditemukan cacat pengelasan *porosity fillet* pada benda hasil pengelasan *pressure vessel* peserta LKSN seperti pada gambar berikut.



**Gambar 45. Cacat Las *Porosity Fillet***

### 13) Cacat pengelasan *Undercut Grove*

Cacat pengelasan *undercut grove* adalah cacat pengelasan yang berbentuk cekungan di daerah pinggir lasan pada pengelasan sambungan kampuh V dalam standar penilaian LKSN benda hasil pengelasan *pressure vessel* harus terisi dengan sempurna dengan toleransi *undercut* yang di perbolehkan untuk material dengan ketebalan dibawah 25 mm kedalaman *undercut* tidak boleh melebihi 1 mm, dengan ketentuan akumulasi kedalaman *undercut* tidak melebihi 2 mm di benda sepanjang 50 mm.

Dalam proses pengelasan ini tebal benda kerja 10 mm, maka *undercut* yang diijinkan tidak melebihi 1 mm dengan akumulasi panjang 2 mm untuk bagian sepanjang 50 mm. Dari hasil pengamatan berulang pada benda hasil pengelasan *pressure vessel* peserta LKS N dan dengan bantuan alat penerangan (senter) dan *welding gauge* ditemukan benda yang *undercut* nya melebihi 1 mm dan rata-rata *undercut* yang terjadi di setiap benda sedalam 0,7 mm seperti dalam gambar berikut:

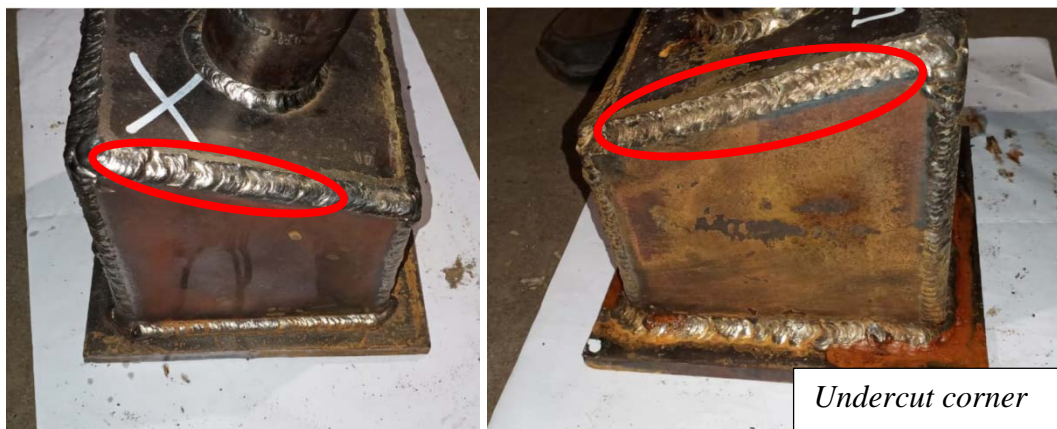


**Gambar 46. Cacat Las *Undercut Grove***

#### 14) Cacat pengelasan *Undercut Corner*

Cacat pengelasan *undercut corner* adalah cacat pengelasan yang berbentuk cekungan di daerah pinggir lasan pada sambungan *corner* dalam standar penilaian LKSN benda hasil pengelasan *pressure vessel* harus terisi dengan sempurna dengan toleransi *undercut* yang di perbolehkan untuk material dengan ketebalan dibawah 25 mm kedalaman *undercut* tidak boleh melebihi 1 mm, dengan ketentuan akumulasi kedalaman *undercut* tidak melebihi 2 mm di benda sepanjang 50 mm.

Dalam proses pengelasan ini tebal benda kerja 10 mm, maka *undercut* yang diijinkan tidak melebihi 1 mm dengan akumulasi panjang 2 mm untuk bagian sepanjang 50 mm. Dari hasil pengamatan berulang pada benda hasil pengelasan *pressure vessel* peserta LKS N dan dengan bantuan alat penerangan (senter) dan *welding gauge* ditemukan benda yang *undercut* nya melebihi 1 mm dan rata-rata *undercut* yang terjadi di setiap benda sedalam 0,7 mm seperti dalam gambar berikut:



**Gambar 47. Cacat Las *Undercut corner***

#### 15) Cacat pengelasan *Undercut Fillet*

Cacat pengelasan *undercut fillet* adalah cacat pengelasan yang berbentuk cekungan di daerah pinggir lasan pada sambungan *fillet* dalam standar penilaian

LKSN benda hasil pengelasan *pressure vessel* harus terisi dengan sempurna dengan toleransi *undercut* yang di perbolehkan untuk material dengan ketebalan dibawah 25 mm kedalaman *undercut* tidak boleh melebihi 1 mm, dengan ketentuan akumulasi kedalaman *undercut* tidak melebihi 2 mm di benda sepanjang 50 mm.

Dalam proses pengelasan ini tebal benda kerja 10 mm, maka *undercut* yang diijinkan tidak melebihi 1 mm dengan akumulasi panjang 2 mm untuk bagian sepanjang 50 mm. Dari hasil pengamatan berulang pada benda hasil pengelasan *pressure vessel* peserta LKS N dan dengan bantuan alat penerangan (senter) dan *welding gauge* ditemukan benda yang *undercut* nya melebihi 1 mm dan rata-rata *undercut* yang terjadi di setiap benda sedalam 0,7 mm seperti dalam gambar berikut:



**Gambar 48. Cacat Las *Undercut Fillet***

#### 16) Cacat pengelasan *Corner Radius*

Cacat pengelasan *corner radius* adalah cacat dimana hasil pengelasan pada *corner radius* pada pengelasan *pressure vessel* pada lomba lks nasional tidak sesuai ukuran yang ditentukan dalam penilaian *corner radius pressure vessel* adalah dengan menggunakan metode *expert judgment* yang mengacu pada aturan yang



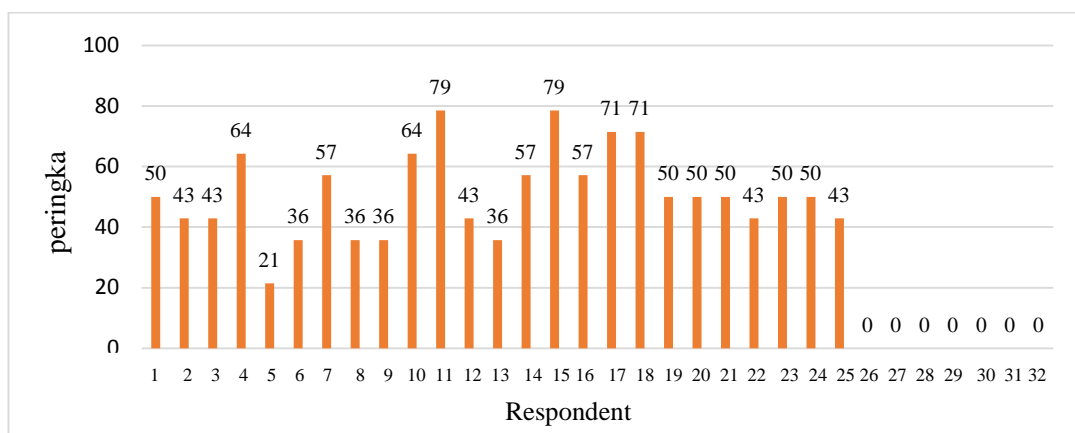
sudah di tentukan pada teknikal meting pada lomba LKSN tahun 2019. Berikut adalah gambar cacat pengelasan *corner radius*



**Gambar 49. Cacat Las *Corner Radius***

b) Penilaian kualitas visual menurut *standart AWS*

Penilaian dengan menggunakan form *standart AWS* menunjukkan bahwa hasil dari penilaian visual pengelasan siswa peserta lomba LKS Nasional tingkat SMK Bidang lomba *welding* dengan posisi pengelasan *Pressure Vassel* masih rendah karena dalam pengelasan *pressure vassel* peserta masih mengalami banyak cacat-cacat pengelasan berikut kami akan menganalisi data hasil penilaiaan visual pengelasan *pressure vassel* dalam lomba LKS Nasional tahun 2019 bidang *welding*.



**Gambar 50. Data skor uji visual pengelasan *presure vassel* dengan penilaiaan *standart AWS***

Hasil penilaian dapat diketahui bahwa nilai visual pengelasan *pressure vassel* pada lomba LKS N adalah 79 dari sekala nilai 100 sedangkan nilai terendah adalah 0 dari sekala 100 selanjutnya dari nilai pemeringkatan dapat di ketahui nilai rerata lomba LKS adalah seperti gambar berikut:

$$M = \frac{\sum 1264}{32} = 40$$

Keterangan:

Me = Mean (rata- rata)

$\sum Xi = 1233$

n = 32

Hasil rata-rata penilaian visual pengelasan *pressure vassel* dengan penilaian form *standart AWS* dengan nilai mean/rerata 40. Banyaknya cacat pengelasan pada *pressure vassel* yang terjadi menyebabkan benda hasil pengelasan *pressure vassel* nilainya rendah. Dari data rerata yang sudah didapatkan menunjukan bahwa peserta yang mengikuti lomba LKSN bidang *welding* khususnya pada *job pressure vassel* kurang menguasai materi pengelasan *pressure vassel*. Selanjutnya akan dihitung median untuk mengetahui nilai tengah dari hasil penilaian visual pengelasan *pressure vassel* seperti pada tabel berikut:

Tabel 12. Hasil perhitungan median

0	0	0	0	0	0	0	21	36	36	36	36	43	43	43	43
43	50	50	50	50	50	50	57	57	57	64	64	64	71	71	79
Nilai Median:															
43															

Median adalah salah satu teknik penjelasan kelompok yang didasarkan pada nilai tengah dari kelompok data yang telah disusun urutannya dari yang terkecil sampai yang terbesar, atau sebaliknya dari yang besar sampai yang terkecil. Dari data penilaian visual dengan *standart AWS* pada posisi pengelasan *pressure vassel* diatas nilai mediannya adalah 50 dengan perhitungan manual

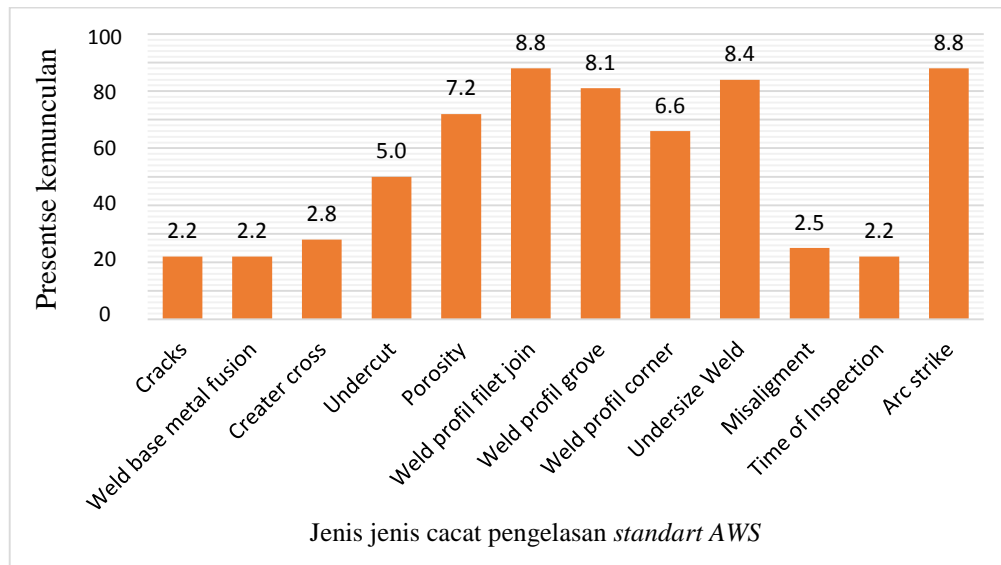
$$\text{Mean} = \frac{1}{2} (x_{16} + x_{17}) = \frac{1}{2} (43 + 43) = 43$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bawasanya nilai tengah dari hasil penilaiaan visual pengelasan *pressure vassel* di LKS N tingkat SMK bidang pengelasan tahun 2019 adalah 43. Salanjutnya akan dicari nilai yang sering keluar dari penilain visual pengelasan *pressure vassel* di LKS N sebagai berikut:

Tabel 13. Hasil perhitungan modus

0	0	0	0	0	0	0	21	36	36	36	36	43	43	43	43
43	50	50	50	50	50	50	57	57	57	64	64	64	71	71	79
Nilai Modus															
0															

Modus atau *Mode* merupakan teknik penjelasan kelompok yang didasarkan atas nilai yang sedang populer atau nilai yang sering muncul dalam suatu kelompok tersebut. Berdasarkan hasil pengelasan *pressure vassel* siswa SMK didapat. Nilai 0 sebanyak 7 orang, nilai 21 sebanyak 1 orang, nilai 36 sebanyak 4 orang, nilai 43 sebanyak 5 orang dan nilai 50 sebanyak 6 orang, nilai 57 sebanyak 3 orang, nilai 64 sebanyak 3 orang, nilai 71 sebanyak 2 orang dan nilai 79 sebanyak 1 orang. Nilai yang sering muncul adalah nilai 0 yaitu sebanyak 7 kali. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penilaian visual menggunakan form penilaiaan LKSN rata-rata kemampuan peserta yang merupakan wakil dari masing-masing Provinsi bidang keahlian teknik pengelasan memiliki rata-rata tingkat kompetensi pengelasan *pressure vassel* masih rendah.



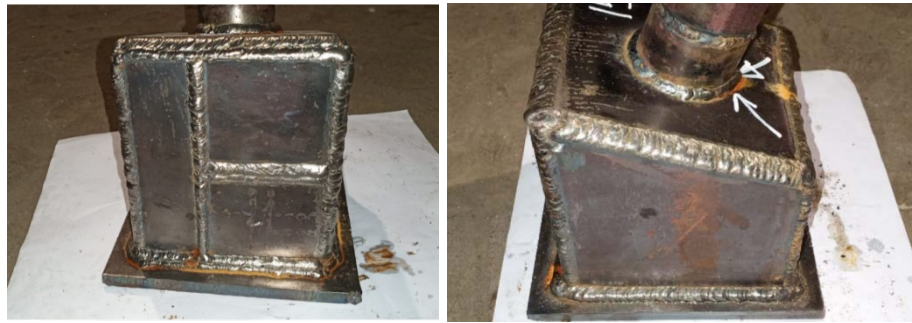
**Gambar 51. Data cacat pengelasan visual pada pengelasan *pressure vessel* dengan penilaiaan *standart AWS LKSN 2019***

Mengacu pada diagram diatas terdapat 12 butir instrumen penilaian uji visual pengelasan *Pressure vassel* dengan menggunakan penilaiaan *standart AWS* dengan job pengelasan *Pressure vassel* yang menunjukkan bahwa kualitas sambungan las siswa SMK masih banyak cacat pengelasan dengan kesalahan terbanyak terdapat pada *weld profile filet join* dan *arc strike*, kesalahan terbanyak kedua adalah sebagian besar benda hasil las terdapat *undersize weld* merupakan cacat pengelasan yang di sebabkan kekurangan atau kelebihan ukuran Dari grafik diatas juga bisa diketahui bahwa banyak peserta yang telah mampu mengelas tanpa menimbulkan *Crack* dan *weld metal fusion*. Berikut pembahasan cacat pengelasan secara mendetail

#### 1) *Crack*

*Crack* adalah cacat pengelasan jenis cacat yang masuk dalam kategori cacat visual dalam penilaiaan standar AWS benda hasil las tidak boleh ada *Crack*/retak satupun. Berdasarkan hasil pengamatan berulang-ulang dan dengan bantuan alat

penerangan (senter) tidak ditemukan satupun retak pada benda hasil pengelasan *pressure vassel* dari 25 yang sudah selesai di lakukan pengelasan, berikut adalah contoh gambar pengecekan cacat pengelasan visual:



**Gambar 52. Hasil pengelasan *pressure vassel***

## 2) *Weld/Base Metal Fusion*

Logam las menyatu sempurna adalah sebuah cacat yang sangat fatal sehingga kekuatan las turun drastic sehingga dalam standar AWS benda hasil las harus semuanya fusi/ melebur dengan sempurna. *Slag inclusion*/terak terjebak tidak boleh ada, karena menyebabkan bagian tersebut tidak fusi/melebur sempurna. Dari hasil pengamatan berulang-ulang pada benda hasil pengelasan *pressure vassel* peserta LKSN dan dengan bantuan alat penerangan (senter) ditemukan *slag inclusion* yang menyebabkan lasan tidak fusi/tidak melebur sempurna.



**Gambar 53. Cacat Las *Weld/Base Metal Fusion***

### 3) *Crater Cross Section*

Cacat pengelasan *Crater Cross Section* dalam standar AWS benda hasil las tidak boleh ada kawah las. Bagian cover las yang lebih rendah atau bisa disebut juga dengan *underfill* akan membentuk *crater*/ kawah las. Dari hasil pengamatan berulang pada benda hasil pengelasan *pressure vassel* peserta LKS N dan dengan bantuan alat penerangan (senter) dan *welding gauge* ditemukan benda yang terdapat *Crater Cross Section* yang menyebabkan jalur las tidak sempurna. Berikut adalah gambar cacat pengelasan *Crater Cross Section*



**Gambar 54. Cacat Las *Crater Cross Section***

### 4) *Undercut*

*Undercut* adalah cacat pengelasan yang berbentuk cekungan di daerah pinggir lasan dalam standar AWS benda hasil las harus terisi dengan sempurna dengan toleransi *undercut* yang di perbolehkan untuk material dengan ketebalan dibawah 25 mm kedalaman *undercut* tidak boleh melebihi 1 mm, dengan ketentuan akumulasi kedalaman *undercut* tidak melebihi 2 mm di benda sepanjang 50 mm.

Dalam proses pengelasan ini tebal benda kerja 10 mm, maka *undercut* yang diijinkan tidak melebihi 1 mm dengan akumulasi panjang 2 mm untuk bagian sepanjang 50 mm. Dari hasil pengamatan berulang pada benda hasil pengelasan



*pressure vassel* peserta LKS N dan dengan bantuan alat penerangan (senter) dan *welding gauge* ditemukan benda yang *undercut* nya melebihi 1 mm dan rata-rata undercut yang terjadi di setiap benda sedalam 0,7 mm seperti dalam gambar berikut:



**Gambar 55. Cacat Las *Undercut***

#### 5) *Porosity*

Cacat pengelasan *Porosity* adalah cacat pengelasan yang berbentuk lubang dalam standar AWS benda hasil las tidak boleh ada *porosity* satupun yang melebihi diameter 1 mm ysng jumlahnya maksimal 1. Dari hasil pengamatan berulang dan dengan bantuan alat penerangan (senter) ditemukan cacat pengelasan *porosity* pada benda hasil pengelasan *pressure vassel* peserta LKS N seperti pada gambar berikut.



**Gambar 56. Cacat Las *Porosity***

#### 6) Weld Profil

Profil las yang ideal adalah Bentuk las filet yang di inginkan adalah bentuk profil las dengan kaki las setebal logam induk dan leher las  $0,7 \times$  tebal logam induk. Bentuk las *groove* dapat diterima apabila pembusungan profil las maksimal 2 mm melebihi leher las untuk plate setebal dibawah 25,4 mm dan minimal 0 mm di atas permukaan. Bentuk las *corner* dapat diterima apabila pembusungan profil las maksimal 1 mm melebihi leher las untuk plate setebal dibawah 25,4 mm dan minimal – 0,5 mm di atas permukaan. Pembusungan profil las dapat diterima apabila pembusungan profil las dengan sisi miring profil las kurang dari 25 mm adalah 2 mm melebihi leher las. Untuk benda kerja setebal 8 mm, dengan sisi miring kurang dari 25 mm maka leher las yg di ijinakan adalah 5,6 mm sampai dengan 7,6 mm. Ukuran profil las boleh kurang dari standar dengan ketentuan untuk tebal logam induk diatas 10 mm pengurangan pada leher las yang diijinkan 3 mm sepanjang 10% dari total panjang pengelasan. Dalam hal ini peserta menggunakan benda dengan ketebalan 10 mm maka leher las yang di ijinakan adalah 7-9 mm diatas batas tersebut maka pengelasan di kategorikan tidak sesuai *setandar* pengelasan AWS seperti pada gambar berikut.



**Gambar 57. Cacat pengelasan Weld Profil**



### 7) Undersize

Cacat pengelasan *undersize* dalam standar AWS ukuran bentuk las boleh kurang dari standar dengan ketentuan tebal logam induk diatas 10 mm pengurangan pada leher las yang diijinkan 3 mm sepanjang 10% dari total panjang pengelasan. Pada benda dengan ketebalan 10 mm atau kurang tidak diperbolehkan ada *undersize weld*. Berikut adalah contoh gambar cacat pengelasan *undersize* pada pengelasan *pressure vassel* peserta LKSN.



**Gambar 58. Cacat Las Undersize.**

### 8) Angular Misalignment

Cacat pengelasan *angular misalignment* adalah cacat pengelasan yang diakibatkan oleh kesalahan welder dalam melakukan preseting sebelum dilakukan proses pengelasan cacat pengelasan ini dapat dilihat dari perubahan sudut benda dalam aturan dalam standar AWS perubahan sudut akibat hasil pengelasan maksimal  $3^{\circ}$  atau perbedaan permukaan, maksimal 2 mm lebih dari itu benda tidak lolos standar AWS. Pada hasil lomba pengelasan *pressure vassel* peserta LKS N SMK di temukan 4 cacat pengelasan *Angular Misalignment* seperti pada gambar berikut



**Gambar 59. Cacat Las *Misaligment***

#### 9) *Time Inpection*

Pengujian untuk baja mild steel dapat dimulai setelah pengelasan *pressure vassel* selesai dan benda telah dingin. Kriteria diterimanya pengujian menurut ASTM A514, A517 dan A709 grade 100 dan 100W maksimal waktu pengujiannya adalah 48 jam setelah pengelasan telah selesai. Dalam penelitian hasil pengelasan *pressure vassel* peserta LKS N SMK ini pengujian dilakukan sehari setelah benda di las. Sehingga pengujian *inspeksi* ini sesuai dengan *standar AWS*.

*Time Inpection*

**Gambar 60. *Time Inpection***

#### 10) Kerusakan Mekanis dan *Arc Strike*

Cacat pengelasan kerusakan mekanis dan Arc Strike dalam standar AWS kerusakan mekanis yang disebabkan alat bantu dan *arc strike* tidak diijinkan terjadi karena merusak benda ataupun struktur mikro pada benda tersebut. Pada hasil pengelasan *pressure vassel* peserta LKSN SMK banyak di temukan cacat *arc strike* dan cacat mekanis seperti gambar berikut.



**Gambar 61. Cacat Las *Arc Strikes***

#### C. Keterbatasan Penelitian

Lomba LKS Nasional merupakan suatu sarana untuk mengetahui dan mengukur tingkat kompetensi yang dimiliki siswa-siswa seluruh Indonesia tingkat SMK yang memiliki bidang teknik pengelasan. Namun, selama ini masih sedikit yang melakukan penelitian yang berkaitan dengan pelaksanaan maupun hasil LKS Nasional tingkat SMK bidang pengelasan yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kompetensi pengelasan siswa SMK seluruh Indonesia yang memiliki bidang keahlian pengelasan.